URBANIZAÇÃO E TRANSFORMAÇÕES NA REDE FLUVIAL: CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Sandra Baptista da CUNHA[1]
Henrique Ávila MENANDRO[2]
Júlio César Regadas de ASSUNÇÃO[3]
Juliana Lemos HERMONT[4]

RESUMO

Drásticas transformações nos canais fluviais urbanos e suas conseqüências têm despertado interesse de pesquisadores nas últimas décadas e ligam-se ao processo histórico do crescimento espacial da cidade. O presente trabalho, realizado na área urbana da cidade do Rio e Janeiro (rio Guandumirim), tem como objetivos analisar e discutir a morfologia dos canais em cidade de rápido crescimento (desordenado), em ambiente tropical úmido do SE do Brasil, ao longo do perfil longitudinal e avaliar o grau do equilíbrio dinâmico desse sistema. As mudanças foram identificadas através dos dados de largura, profundidade média, área da seção transversal, relação largura/profundidade (L/P), relação área da bacia e capacidade do canal, e associadas à implantação de projetos de melhoria no ambiente da cidade, como a redução das áreas inundadas e obras de saneamento que, na bacia do Guandumirim, foram iniciadas em 1928. A análise espacial mostrou que as maiores variações na capacidade dos canais (redução) estão associadas ao acentuado assoreamento mostrando a atuação de um equilíbrio dinâmico e direta interação com a bacia de drenagem. Tais resultados confirmam a hipótese, em concordância com pesquisadores africanos, de que a resposta dos rios à urbanização, em bacias tropicais, referem-se à redução da capacidade do canal e da eficiência hidráulica do que ao alargamento do mesmo.

INTRODUÇÃO

Drásticas transformações nos canais fluviais urbanos e suas conseqüências têm despertado interesse de pesquisadores nas últimas décadas e ligam-se ao processo histórico do crescimento espacial das cidades. Faz-se necessário o monitoramento permanente desses canais para conhecer as respostas decorrentes das mudanças introduzidas na bacia hidrográfica em funçao da urbanização e contribuir, de certa forma, para o planejamento e gestão local.

O presente trabalho, realizado na área urbana da cidade do Rio e Janeiro (rio Guandumirim), tem como objetivos analisar e discutir a morfologia dos canais em cidades de rápido crescimento (desordenado), ao longo do perfil longitudinal e avaliar o grau do equilíbrio dinâmico desse sistema. Faz parte de um projeto mais amplo que viza avaliar o comportamento das redes de drenagem em áreas tropicais urbanas.

A área de estudo abrange a bacia hidrográfica do rio Guandumirim, que tem como formadores os rios Guandu do Sena e Guandu do Sapê (figuras 1 e 2), desaguando na baía de Sepetiba.

1 Universidade Federal Fluminense, Pesquisadora do CNPq, sandracunha@openlink.com.br
2 Universidade Federal Fluminense, henriquemenandro@yahoo.com.br
3 Universidade Federal Fluminense, julioregadas@vm.uff.br
4 Universidade Federal Fluminense, j_hermont@yahoo.com.br

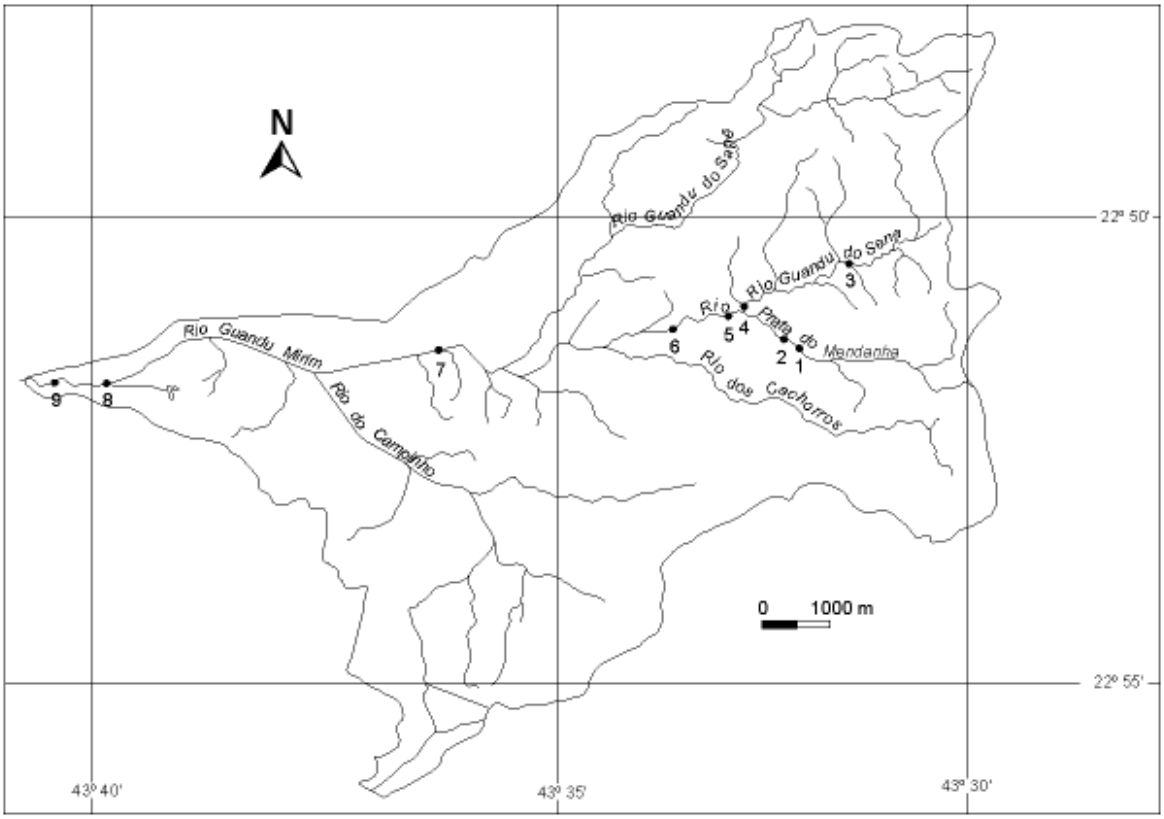

Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Guandumirim com indicação dos pontos monitorados.

Figura 2. Fisionomia do rio Guandu do Sena, afluente formador do rio Guandumirim. Observar a presença das gramíneas protetoras e lixo nas margens. Localização do ponto 4 (16/05/2005).

O rio principal (Guandumirim) possui uma extensão de 23,55 km e deságua como um canal de quarta ordem (STRAHLER, 1957). A área total da bacia é de aproximadamente 123,74 km^2, localizada no bairro de Campo Grande, zona oeste da cidade do Rio de Janeiro e, como na maioria das bacias urbanas, observam-se impactos ambientais devido ao acelerado crescimento urbano. O uso e a cobertura do solo na bacia hidrográfica são bastante diversificados. Pode-se observar a presença de áreas residenciais, de comunidades carentes e de comércio, bem como áreas onde a vegetação encontra-se preservada.

O aumento de áreas impermeáveis, desmatamentos, ocupação das encostas, assoreamento, precariedade no sistema de esgotamento sanitário, poluição hídrica e

inundações são alguns dos problemas encontrados. Várias obras de canalização foram realizadas a fim de solucionar esses problemas (especialmente o das inundações), gerando modificações na dinâmica fluvial.

MÉTODOS e TÉCNICAS

A metodologia aplicada ao trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento do canal em diferentes pontos.

Para caracterização da morfodinâmica do canal do rio Guandumirim foram estudados nove pontos, a partir de trabalhos de campo realizados nos dias 11 e 16 de maio de 2005 (figura 1). Esses pontos foram numerados na ordem crescente, a partir de montante (nascente), seguindo a direção da corrente, sendo traçado, em cada um deles, o perfil transversal. A localização desses pontos foi sempre determinada sobre pontes acessíveis e em boas condições de coleta sendo este artifício utilizado como forma de apoio e auxílio para as medições. Para o controle de monitoramentos futuros esses pontos foram controlados com GPS.

As medições realizadas em cada uma das seções consistiram na determinação da largura e profundidade do canal, nível da água e velocidade. No gabinete foram calculadas as áreas das seções transversais, a relação largura/profundidade (L/P) e a correlação entre área da bacia e a capacidade do canal.

A largura do canal foi medida com o auxílio de uma trena e subdividida em intervalos de igual espaçamento (1m). Para a medida da profundidade do canal foi utilizada uma corda métrica com peso na ponta para que o fundo do canal pudesse ser alcançado. Essa mesma corda métrica também permitiu obter o nível da água em todas as seções transversais (CUNHA, 1996).

Os dados obtidos (largura, profundidade e nível da água) foram plotados no software Excel para a confecção dos perfis transversais objetivando a comparação e análise do comportamento do rio Guandumirim.

O estudo do comportamento do canal em suas nove seções transversais contou ainda com valores da velocidade do fluxo fluvial que foram obtidos com o auxílio de uma trena para medir a distância (D), de um cronômetro para medir o tempo (T) e de um flutuador (Marques,1988). Dessa forma, o flutuador jogado no canal, no local de maior velocidade das águas (talvegue), ao percorrer uma distância D, previamente estipulada, em um determinado tempo T estabelece uma relação D/T gerando como resultado a velocidade em metros por segundo. Este procedimento foi realizado três vezes em cada um dos pontos estudados para garantir maior exatidão dos valores obtidos.

RESULTADOS

O crescimento espaço-temporal das áreas urbanas, nos últimos cinquenta anos, tem indicado mudanças hidrológicas que alteram o equilíbrio dinâmico ou o estado de estabilidade da rede de drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1979).

As alterações registradas no ciclo hidrológico, em especial nos valores de escoamento superficial, geram aumento de vazão e conseqüentes mudanças na morfologia do canal ocasionando, muitas vezes, a ocorrência de enchentes. A solução encontrada para a melhoria e gestão da área é a manutenção do canal através de obras de engenharia como dragagem, diques, canalizações (alargamento, aprofundamento e/ou retificação), cobertura da rede de drenagem ou construção de barragens de retenção.

Entretanto, toda obra de engenharia tem um período de durabilidade ou vida útil que, quando ultrapassado gera conseqüências idênticas às condições anteriores às obras, com registros de volume de vazão ultrapassando a capacidade do canal. CARMO (2003) verificou que grande parte das mudanças na dinâmica do canal Santa Amélia, em função da urbanização, no município de Belford Roxo, Rio de Janeiro, deveu-se à redução da capacidade do canal em um determinado ponto da drenagem devido ao manilhamento não comportar o volume atual de vazão do rio. Quando ocorre o aumento da impermeabilização do solo, nas áreas urbanas, há ampliação dos valores de vazão e a obra (por exemplo: colocação de tubulões ou manilhas) torna-se obsoleta com diâmetros sub-dimensionados.

Outro problema refere-se às execuções de obras setoriais nos canais fluviais. Na maioria das vezes, para resolver problemas locais de enchentes, são autorizadas pelas instituições competentes a execução de obras em determinados setores do rio. Em geral, essas construções ampliam a capacidade do canal no local mas essa ampliação não tem continuidade no sentido longitudinal do canal. Na realidade, o que ocorre é o deslocamento do problema de enchente de um local para outro mais a jusante do canal (Vieira, 1999, Vieira e Cunha, 2000 e Vieira 2003).

Na análise ao longo do rio Guandumirim, como mostra a tabela 1, verifica-se que a largura variou de 4,85 a 37,90m e apresentou proporcionalidade de aumento de montante para jusante (do ponto 1 ao ponto 9, figura 1), diminuindo apenas 0,60m da seção transversal 7 (27,00m) para a seção transversal 8 (26,40m). O último ponto a jusante tem a maior largura de todo o percurso (figura 3).

A profundidade média do canal variou de 0,74m (seção transversal 1) a 7,42m (seção transversal 7) e a profundidade do canal, no nível da água, de 0,10m (seções transversais 2 e 4) a 1,37m (seção transversal 9).

A capacidade do canal variou de 3,58m² a 22,36m^2 com o sétimo perfil transversal possuindo a maior capacidade. Os perfis transversais seguintes (seções 8 e 9) apresentam 46,51% e 81,17%,respectivamente, da capacidade do perfil anterior (seção 7) e mostram acentuada redução da profundidade (tabela 1 e figura 3). A relação largura/profundidade (L/P) confirma essa afirmativa atribuindo maiores valores para as seções 8 e 9 indicando tendência ao assoreamento. Os perfis transversais 8 e 9 apresentam bancos laterais na margem direita de até 11m de largura e 2.30m de espessura, em relação ao fundo atual do canal (figuras 3 e 5).

Tabela 1. Dados da morfologia do canal nas diferentes seções transversais ao longo do rio Guandumirim. A coleta da vazão nos pontos 1, 2, 3, 4, 5 e 6 foi realizada no dia 11/05/2005. A coleta da vazão nos pontos 7, 8 e 9 foi realizada no dia 16/05/2005. Os pontos 1 e 2 situam-se no afluente Prata do Mendanha; os pontos 3 e 4 no afluente Guandu do Sena. Com a junção desses dois afluentes o rio passa a denominar-se Prata do Mendanha que, ao receber o afluente Guandu do Sepê troca sua toponímia para rio Guandumirim (figura 1).

Seção	Largura (m)	Prof. Média (m)	Capacidade do Canal (m²)	L/P	Prof.Méd. Molhada (m)	Largura Molhada (m)	Área Molhada (m²)	Velocidade Média (m/s)	Vazão (m³/s)	Área da Bacia (km²)
1	4,85	0,74	3,58	6,58	0,28	3,0	0,83	1,00	0,83	5,14
2	6,35	1,56	9,92	4,06	0,10	4,0	0,40	3,17	1,27	5,54
3	6,55	1,43	9,36	4,58	0,24	4,5	1,08	0,36	0,39	5,67
4	12,00	2,48	29,76	4,84	0,10	4,0	0,40	0,43	0,17	13,92
5	11,20	4,17	46.70	2,69	0,12	7,5	0,87	0,29	0,25	21,55
6	11,30	3,43	38,81	3,29	0,34	5,2	1,79	0,75	1,34	22,16
7	27,00	7,42	200,36	3,64	0,31	12,9	4,00	0,44	1,76	71,93
8	26,40	3,52	93,02	7,49	0,97	14,7	14,21	1,00	14,21	122,77
9	37,90	4,28	162,34	8,85	1,37	13,9	19,04	0,71	13,52	123,40

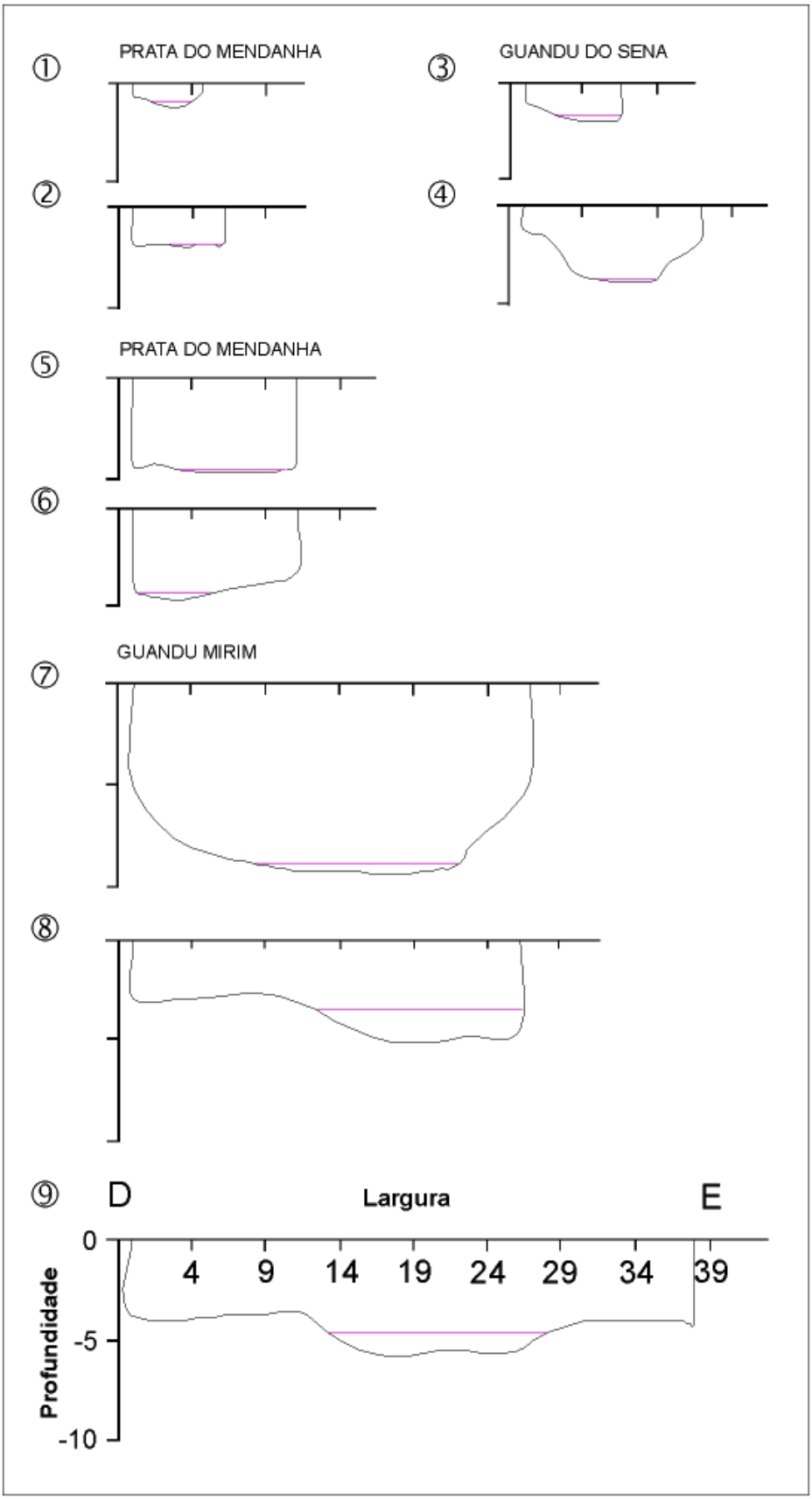

Figura 3. Comportamento da capacidade do canal ao longo do rio Guandumirim (11 e 16 de maio de 2005).

O canal da seção transversal 9 sofreu as primeiras obras no início do século passado, iniciadas em 1928 durante a presidência de Washington Luiz e concluídas em 1933 na administração de presidente Getúlio Vargas. As referidas obras tiveram como objetivo o saneamento da região e foram executadas pelo Departamento Nacional de Saneamento Público (DNSP).

Além de obras setoriais há outros fatores que evidenciam o assoreamento como a baixa declividade do vale e do canal e o aporte e a produção de sedimentos que podem elevar a sedimentação aumentando a agradação do canal. EBISEMIJU (1989) comenta a grande riqueza e disponibilidade de material intemperizado encontrado nas encostas das áreas tropicais úmidas estudando as redes urbanas de canais na Nigéria. Outro elemento importante e que amplia as condições de assoreamento liga-se à presença de lixo nas margens, que é carregado pela corrente em épocas de enchentes.

A seção transversal 6 indica também decréscimo de 7,89m^2 (3,95%) na sua capacidade em relação a seção anterior (seção 5). Desse modo, as seções 6 e 8 merecem maiores atenções. A velocidade média encontra-se entre 0,29 e 3,17m/s e a descarga entre 0,17 a 14,21m^3/s.

As áreas das bacias hidrográficas mostraram certa diferenciação quando comparadas com as suas respectivas capacidades do canal (tabela 1). Na figura 4 as seções de 1 a 6 encontram-se a esquerda do gráfico mostrando que para bacias inferiores a 22,16km^2 os valores de capacidade dos canais variaram de 3,58 a 38,81m^2. As seções 7, 8 e 9 (tabela1), cujos canais têm capacidades de 200,36m^2 (7), 93,02m^2 (8) e 162,34m^2 (9), apresentam as áreas de 71,93km^2 (7), 122,77km^2 (8) e 123,40km^2 (9).

A comparação entre as três seções anteriores mostra que a seção 7 tem a menor área de bacia hidrográfica entre elas e a maior capacidade do canal (200,36m^2). Esse comportamento gerado a partir da obra do alargamento e aprofundamento do canal proporcionou registros de enchentes nas seções seguintes (8 e 9) permitindo, assim, a formação dos bancos lateriais e assoreamento local (figura 5).

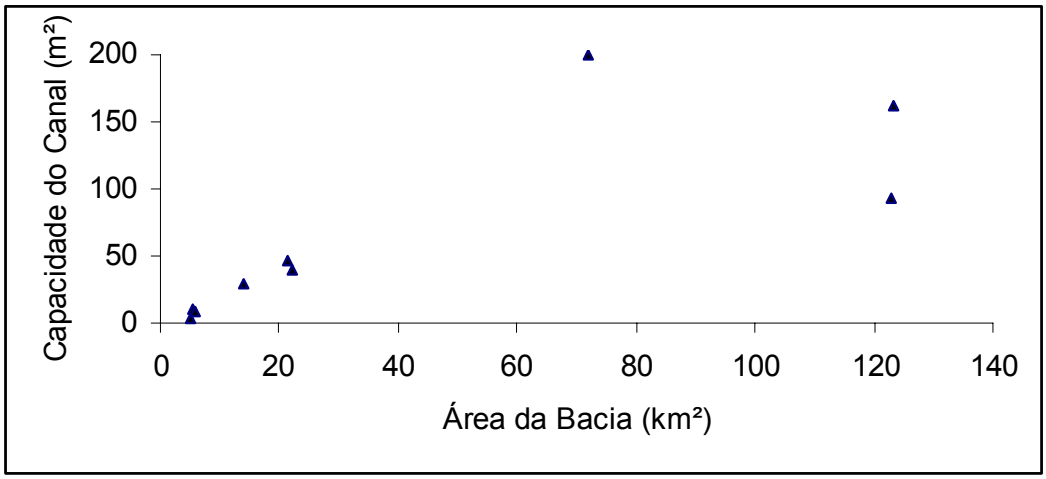

Figura 4. Relação capacidade do canal e área da bacia para as nove seções do rio Guandumirim.

Figura 5. Seção transversal 9 mostrando os bancos laterais formados há cerca de 62 anos. Observar as margens íngremes e concretadas.

A crescente ocupação urbana da bacia do rio Guandumirim, desacompanhada de infra-estrutura adequada, bem como a realização de obras setoriais, que não levam em consideração toda a extensão do canal, vêm ocasionando problemas à jusante das referidas obras, havendo a necessidade de um projeto definitivo e integrador, que adote uma visão holística da situação, de maneira que se possa compreender e, então, mitigar os impactos observados na área de estudo.

A análise espacial mostrou que as maiores variações na capacidade dos canais (redução) estão associadas ao acentuado assoreamento mostrando a atuação de um equilíbrio dinâmico e falta direta de interação com a bacia de drenagem. Tais resultados confirmam a hipótese, em concordância com pesquisadores africanos, de que a resposta dos rios à urbanização, em bacias tropicais, referem-se mais à redução da capacidade do canal e da eficiência hidráulica do que ao alargamento do mesmo.

REFERÊNCIAS

CARMO, M.H. C. **Mudanças na dinâmica de canal Santa Amélia em função da urbanização: Belford Roxo – RJ/verão de 2001-2002**. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro. Programa de Pós- Graduação da UFRJ. 2003

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia**. São Paulo: Editora Hucitec/Edusp, 1979.106p.

CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: Cunha, S. B. e Guerra A. J. T. (Orgs.). **Geomorfologia: Exercícios, Técnicas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1996. p. 157 – 189.

EBISEMIJU, F.S. The response of headwater stream channels to urbanization in humid tropics. **Hydrological Process**, vol.3,237-253, 1989.

MARQUES, J.S.; ARGENTO, M.S.F. O Uso dos flutuadores para a avaliação da vazão de canais fluviais. **Geociências**, Rio Claro, São Paulo, volume 7,173-183,1988.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transation American Geophysic Union**, USA, n.38, 913-920, 1957.

VIEIRA , V. T. **Rede de drenagem urbana: ação antrópica nos canais de terceira ordem – alto rio Paquequer, Teresópolis – RJ**. Monografia. Departamento de Geografia da UFRJ Rio de Janeiro. 1999

VIEIRA, V.T. **Efeitos do crescimento urbano sobre os canais: Drenagem do rio Paquequer, Teresópolis –Rio de Janeiro.** Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro. Programa de Pós-graduação da UFRJ. 2003

VIEIRA,V.T.; Cunha,S.B. Mudanças na rede de drenagem urbana de Teresópolis. In Guerra, A.J.T. e Cunha, S.B. (Org). **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro. Editora Bertrand Brasil, 2001.111-145.